

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 471 975 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:

24.08.2005 Bulletin 2005/34

(21) Numéro de dépôt: **03717374.7**

(22) Date de dépôt: **05.02.2003**

(51) Int Cl.7: **A62B 7/14**, A62B 15/00

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2003/000353

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2003/066167 (14.08.2003 Gazette 2003/33)

(54) **PROCEDE ET INSTALLATION DE PRODUCTION D AIR RESPIRABLE**

VERFAHREN UND VORRICHTUNG FÜR ATEMLUFTPRODUKTION

METHOD AND INSTALLATION FOR PRODUCING BREATHABLE AIR

(84) Etats contractants désignés:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT SE SI SK TR**

(30) Priorité: **07.02.2002 FR 0201485**

(43) Date de publication de la demande:
03.11.2004 Bulletin 2004/45

(73) Titulaires:

- **COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE**
75752 Paris Cédex 15 (FR)
- **COMPAGNIE GENERALE DES MATIERES**
NUCLEAIRES
78140 Velizy Villacoublay (FR)

(72) Inventeurs:

- **BARRE, Didier**
30130 Saint Paulet De Caisson (FR)
- **BAUDET, Roland**
26800 Beaumont Les Valence (FR)

(74) Mandataire: **Poulin, Gérard et al**
Brevatome
3, rue du Docteur Lancereaux
75008 Paris (FR)

(56) Documents cités:

EP-A- 1 027 913 **US-A- 3 221 477**
US-A- 4 054 428 **US-A- 4 449 990**

EP 1 471 975 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

DOMAINE TECHNIQUE

[0001] La présente invention se rapporte au domaine des procédés de production d'air respirable comprenant une étape de traitement d'air comprimé, cette dernière comportant en outre une opération de séchage de l'air.

[0002] Plus particulièrement, l'invention concerne des procédés de production d'air respirable destiné à être utilisé par des opérateurs effectuant des travaux sur des sites sensibles, comme par exemple des travaux de démantèlement d'installations nucléaires, ou encore des travaux de déflocage d'amiante. Toujours à titre d'exemple, l'air produit par de tels procédés peut aussi être destiné à un usage médical.

[0003] L'invention concerne également des installations de production d'air respirable susceptibles de mettre en oeuvre de tels procédés.

ETAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEURE

[0004] Dans les procédés classiques de production d'air respirable, on effectue tout d'abord une étape de traitement d'air comprimé délivré par un ou plusieurs compresseurs, de sorte que le maximum d'impuretés soit extrait de l'air consommé par les utilisateurs.

[0005] Pour ce faire, on s'attache essentiellement à piéger le monoxyde de carbone à l'aide d'un catalyseur, ce gaz pouvant être contenu en quantités très importantes dans l'air comprimé provenant des compresseurs. La présence néfaste de ce gaz ainsi que d'autres comme le dioxyde de carbone, peut notamment résulter de dysfonctionnements divers des compresseurs d'air utilisés, ou encore de la proximité entre l'aspiration des compresseurs et ces différents gaz contenus dans l'atmosphère.

[0006] On peut noter que dans le cas de travaux de démantèlement d'installations nucléaires, l'air respiré par les opérateurs doit respecter certaines caractéristiques, répertoriées dans la norme NE EN 12021. A ce titre, cette norme indique que la valeur maximale admissible de dioxyde de carbone dans l'air respirable est de 500 ppm, et que la valeur maximale admissible de monoxyde de carbone dans l'air respirable est de 15 ppm.

[0007] Lors de l'étape de traitement de l'air-comprimé, on effectue généralement une opération de séchage de l'air par adsorption, avec un point de rosée compris entre -40°C et -70°C.

[0008] Lors de cette opération, la quasi-totalité du dioxyde de carbone est piégé, tandis que toute trace d'humidité dans l'air est éliminée. Cela permet au catalyseur utilisé pour piéger le monoxyde de carbone de fonctionner correctement.

[0009] Dans ce type de procédé, l'air respirable produit répond aux spécifications de la norme citée ci-dessus, mais présente néanmoins un inconvénient majeur.

[0010] En effet, en raison de l'opération de séchage

effectuée durant l'étape de traitement du procédé décrit précédemment, l'air produit est très sec. Par conséquent, il est susceptible de provoquer un dessèchement des organes respiratoires chez les opérateurs consommant cet air.

[0011] Pour répondre à ce problème, il a été proposé d'ajouter une étape de réhumidification de l'air traité, afin que l'air délivré dispose d'un taux d'humidité relativement similaire à celui de l'air aspiré par les compresseurs.

[0012] Ce type de procédé est notamment décrit dans le document US-A-4 054 428.

[0013] Ce procédé est mis en oeuvre par une installation comprenant deux chambres contenant des agents permettant de déshumidifier l'air comprimé. Lors du passage de l'air comprimé dans la première de ces chambres, l'air est séché, puis passe à travers un espace dans lequel le monoxyde de carbone est transformé en dioxyde de carbone. L'air déshumidifié circule ensuite dans la seconde chambre de l'installation, où il est réhumidifié par l'intermédiaire des agents contenus dans cette seconde chambre, ayant absorbé de l'humidité lors d'un cycle précédent.

[0014] Pour mettre en oeuvre ce procédé, l'installation comporte également une vanne quatre voies, permettant d'inverser la direction du flux d'air comprimé à travers l'installation, afin que cet air comprimé circule alternativement de la première vers la seconde chambre, et de la seconde vers la première chambre. Notons que cette inversion récurrente de direction du flux d'air comprimé à travers l'installation est une condition nécessaire pour pouvoir obtenir une réhumidification de l'air produit. Ainsi, cette installation ne semble que très peu adaptée à la production d'air en continu, et ne permet en aucun cas d'effectuer une production d'air respirable à un taux d'humidité constant, durant une période importante.

[0015] De plus, ce type de procédé comporte un certain nombre d'inconvénients majeurs, dont notamment celui de la complexité de l'installation utilisée, ou encore celui de l'incapacité à réguler le taux d'humidité de l'air respirable produit. Un autre inconvénient réside dans le risque de désorption du dioxyde de carbone, récupéré lors du passage de l'air dans la colonne destinée à le réhumidifier.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

[0016] L'invention a donc tout d'abord pour but de proposer un procédé de production d'air respirable, remédiant au moins partiellement aux inconvénients des procédés de l'art antérieur cités ci-dessus.

[0017] En outre, l'invention a également pour but une installation de production d'air respirable, susceptible de mettre en oeuvre un procédé tel que celui répondant au but mentionné ci-dessus.

[0018] Pour ce faire, l'invention a tout d'abord pour objet un procédé de production d'air respirable compre-

nant les étapes suivantes :

- traitement d'air comprimé comportant une opération de séchage de l'air ;
- réhumidification de l'air sec traité ;

[0019] Selon l'invention, l'étape de réhumidification de l'air sec traité comporte une opération de répartition contrôlée de l'air sec traité d'une part dans une voie de réhumidification, et d'autre part dans une voie sèche.

[0020] Avantageusement, le procédé selon l'invention permet de produire de l'air respirable à taux d'humidité réglable et constant, quel que soit le débit d'air à produire.

[0021] De façon préférentielle, on contrôle la répartition d'air sec traité par l'intermédiaire d'une vanne régulatrice montée sur la voie de réhumidification et commandée par des moyens de pilotage sensibles au signal délivré par une sonde de mesure du taux d'humidité, la sonde étant montée sur une canalisation de sortie raccordée d'une part à la voie de réhumidification, et d'autre part à la voie sèche.

[0022] De plus, on peut prévoir de créer une différence de pression entre la voie de réhumidification et la voie sèche, afin de favoriser le passage de l'air sec traité provenant de la voie sèche, dans la canalisation de sortie. Ainsi, on évite de mouiller trop fortement la sonde de mesure du taux d'humidité, ce qui aurait pour conséquence de la rendre inopérante.

[0023] Préférentiellement, l'étape de traitement d'air comprimé comporte les opérations suivantes :

filtrage de condensats se trouvant dans l'air comprimé ;

- séchage de l'air afin d'éliminer toute trace d'humidité dans l'air ;
- filtrage de poussières dégagées lors de l'opération de séchage ;
- transformation du monoxyde de carbone contenu dans l'air comprimé en dioxyde de carbone ;
- filtrage de l'air à l'aide d'un filtre à charbon actif.

[0024] De manière préférée, l'étape de traitement de l'air comprimé est suivie d'une étape d'analyse permanente de quantités de monoxyde de carbone et de dioxyde de carbone présentes dans l'air traité, puis d'une étape d'alerte lorsque les valeurs de ces quantités dépassent des valeurs maximales à respecter.

[0025] Enfin, après l'étape de réhumidification de l'air sec traité, l'air a un taux d'humidité compris entre environ 40 et 50%, et peut être prévu pour alimenter au moins une combinaison ventilée d'un opérateur effectuant des travaux de démantèlement d'installations nucléaires.

[0026] L'invention a également pour objet une installation de production d'air respirable comprenant :

des moyens de traitement d'air comprimé comportant des moyens de séchage de l'air ;

- des moyens de réhumidification de l'air sec traité ;

[0027] Selon l'invention, les moyens de réhumidification de l'air sec traité comportent une voie de réhumidification et une voie sèche, ainsi que des moyens de répartition aptes à répartir de manière contrôlée l'air sec traité dans chacune des voies.

[0028] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront dans la description détaillée, non limitative, ci-dessous.

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

[0029] La description sera faite au regard de l'unique figure annexée, représentant une vue schématique d'une installation de production d'air respirable selon un mode de réalisation préféré de l'invention.

EXPOSÉ DÉTAILLÉ D'UN MODE DE RÉALISATION PRÉFÉRÉ

[0030] En référence à la figure unique, la présente invention concerne une installation 1 de production d'air respirable par l'être humain, susceptible d'être utilisée sur un site industriel où s'effectuent des opérations générant une pollution de l'air ambiant, par des fumées, des poussières, des vapeurs, en particulier dans un local, une pièce ou une structure fermée.

[0031] Préférentiellement, l'installation 1 de production d'air respirable trouve une application dans le domaine du démantèlement d'installations nucléaires, où les opérateurs effectuant des travaux sont contraints de porter des combinaisons ventilées, afin d'éviter d'être en contact avec des zones contaminées.

[0032] Il est à noter que la description va être faite pour une installation 1 de production d'air respirable destinée à être raccordée à des combinaisons ventilées (non représentées) d'opérateurs effectuant des travaux de démantèlement d'installations nucléaires, mais que bien entendu, l'installation 1 et le procédé objets de l'invention s'appliquent également à d'autres domaines que celui du nucléaire.

[0033] A titre d'exemples, l'invention pourrait aussi trouver une application sur les chantiers de déflocage d'amiante qui génèrent des particules et poussières d'amiante susceptibles d'être cancérigènes, sur les chantiers où s'effectuent des opérations de mise en peinture, ou encore sur les sites sur lesquels sont réalisés des soudages ou découpages de pièces métalliques avec une forte émission de fumée.

[0034] L'installation 1 est alimentée en air comprimé par des moyens de compression d'air (non représentés) permettant de comprimer l'air à une pression supérieure à 1 bar, et de préférence entre 4 et 15 bars. De plus, les moyens de compression d'air sont adaptés pour fournir un débit d'air comprimé compris entre 10 m³/h et 1000 m³/h par installation.

[0035] Par exemple, les moyens de compression d'air

peuvent prendre la forme de compresseurs lubrifiés à vis ou à pistons, ou encore la forme de compresseurs à vis sèches.

[0036] L'air comprimé sortant des moyens de compression est habituellement chargé d'une multitude d'impuretés, qu'il est nécessaire d'extraire avant de diriger cet air vers les différentes combinaisons ventilées des opérateurs travaillant sur le site.

[0037] Les espèces néfastes les plus concernées sont le monoxyde de carbone (CO) et le dioxyde de carbone (CO₂), qui lorsqu'elles sont présentes en quantités trop importantes à l'intérieur d'une combinaison ventilée, peuvent engendrer des conséquences catastrophiques pour un opérateur portant cette combinaison.

[0038] Les origines de la présence de telles espèces dans l'air comprimé sortant des moyens de compression sont diverses et variées. A titre d'exemple, il peut s'agir du caractère défectueux d'un filtre séparateur d'un compresseur lubrifié, de la rupture du circuit de refroidissement d'un compresseur à vis sèches, ou encore de la simple présence de ces gaz dans l'atmosphère se situant à proximité de l'aspiration des moyens de compression.

[0039] Par ailleurs, une norme européenne référencée NE EN 12021 indique les valeurs maximales en CO et CO₂ que peut comporter l'air destiné à être respiré.

[0040] En ce qui concerne le CO₂, la valeur maximale admissible imposée par cette norme est de 500 ppm (particules par million), cette faible valeur étant adoptée pour que l'air produit se rapproche au maximum de l'air naturel, contenant généralement aux alentours de 400 ppm de CO₂.

[0041] De la même manière, pour le CO, la valeur maximale imposée par cette norme est de 15 ppm, ce gaz étant connu pour être extrêmement nocif.

[0042] Pour éliminer autant que possible les espèces néfastes contenues dans l'air comprimé fourni à l'installation 1, celle-ci comporte tout d'abord des moyens de traitement 2 d'air comprimé, permettant notamment d'effectuer un séchage de l'air à redistribuer.

[0043] De plus, en raison de la possibilité d'assèchement des voies respiratoires d'un être humain respirant l'air sec traité sortant des moyens de traitement 2, l'installation 1 dispose de moyens de réhumidification 4 de l'air sec traité, connectés aux moyens de traitement 2.

[0044] Les différents éléments constituant les moyens de traitement 2 vont à présent être décrits, dans un ordre correspondant à celui dans lequel l'air comprimé rencontre ces éléments, lors de son passage dans l'installation 1.

[0045] Les moyens de traitement 2 comprennent tout d'abord un filtre déshuileur 6 à 0,01 ppm, qui a pour rôle essentiel de piéger les condensats se trouvant dans l'air comprimé. Le filtre 6 est équipé d'une électrovane de purge automatique 8, destinée à évacuer les différentes espèces filtrées. Le filtre 6 est d'une part raccordé à une canalisation 9 permettant de communiquer avec les moyens de compression d'air (non représentés), et

d'autre part avec une canalisation 10 communiquant également avec des moyens de séchage du type sécheur à adsorption 11.

[0046] Le sécheur à adsorption 11, avec un point de rosée à -73°C sous pression, a pour but d'éliminer toute trace d'humidité dans l'air comprimé. Notons que le sécheur 11 comprend un tamis moléculaire (non représenté) piégeant la quasi-totalité du CO₂ contenu dans l'air comprimé.

[0047] Raccordé directement au sécheur à adsorption 11 par l'intermédiaire d'une canalisation 12, les moyens de traitement 2 disposent d'un filtré 13 à particules 1 micron, dont la principale fonction est d'arrêter les poussières dégagées par le sécheur 11.

[0048] De plus, on peut également noter la présence d'un catalyseur 14 de CO-CO₂ relié au filtre 13 à l'aide d'une canalisation 15, ce catalyseur étant apte à retenir le CO par l'intermédiaire de l'hopcalite (mélange d'oxydes métalliques), et à catalyser la transformation du monoxyde de carbone en dioxyde de carbone. Précisons que le sécheur à adsorption 11 est placé en amont du catalyseur 14, l'humidité contenue dans l'air étant fortement préjudiciable au bon fonctionnement du catalyseur CO-CO₂.

[0049] Enfin, les moyens de traitement 2 s'achèvent par un filtre à charbon actif 16, destiné à enlever toute trace de goût et d'odeur de l'air traité, et relié au catalyseur 14 au moyen d'une canalisation 17. Le filtre à charbon actif 16 est également relié à une canalisation de sortie 20 des moyens de traitement 2.

[0050] A présent, les moyens de réhumidification 4 de l'air traité vont être décrits, toujours en référence à l'unique figure.

[0051] Les moyens de réhumidification 4 comprennent une canalisation d'entrée 18, raccordée à la canalisation de sortie 20 des moyens de traitement 2 par une canalisation 19.

[0052] A un point P situé sur la canalisation d'entrée 18, celle-ci se divise en deux- pour former deux voies parallèles 22 et 24, qui se rejoignent à un point Q où elles se raccordent sur une canalisation de sortie 26 des moyens de réhumidification 4.

[0053] Parmi les deux voies 22 et 24, on note tout d'abord une voie sèche 22, constituée d'une canalisation principale d'air sec 28 sur laquelle est monté, à proximité du point Q, un clapet anti-retour 30 avec une perte de charge connue. Préférentiellement, cette perte de charge sera de l'ordre de 300 mbar.

[0054] L'autre voie située entre les points P et Q est une voie de réhumidification 24. Cette voie 24 comprend successivement entre les points P et Q, une canalisation de dérivation d'air sec 32, un réservoir d'eau 34, ainsi qu'une canalisation d'air saturé en humidité 36. Notons que la canalisation de dérivation d'air sec 32 communique avec une partie du réservoir 34 remplie d'eau, tandis que la canalisation d'air saturé en humidité 36 communique avec une partie du réservoir 34 ne contenant pas d'eau. En d'autres termes, un niveau d'eau

37 à l'intérieur du réservoir 34 est de préférence maintenu de sorte que l'eau se situant dans le réservoir 34 soit toujours en contact avec la canalisation de dérivation d'air sec 32, mais jamais en contact avec la canalisation d'air saturé en humidité 36.

[0055] Il est précisé qu'une vanne régulatrice 38 est montée sur la canalisation de dérivation d'air sec 32, tandis qu'un clapet anti-retour 40 est monté sur la canalisation d'air saturé en humidité 36, à proximité du point Q.

[0056] Comme mentionné ci-dessus, les voies sèche 22 et de réhumidification 24 se rejoignent au point Q, par l'intermédiaire des canalisations principale d'air sec 28 et d'air saturé en humidité 36. Ces canalisations 28 et 36 sont raccordées à la canalisation de sortie 26, sur laquelle est montée une sonde 42 de mesure du taux d'humidité de l'air traité. La sonde 42 est reliée à des moyens de pilotage 48, sensibles au signal délivré par la sonde 42, et aptes à piloter la vanne régulatrice 38 montée sur la canalisation de dérivation d'air sec 32.

[0057] L'installation 1 de production d'air respirable fonctionne de la manière suivante.

[0058] L'air comprimé provenant des moyens de compression entre dans l'installation 1 par la canalisation 9, comme cela est représenté par la flèche A, puis subit tout d'abord un traitement en empruntant successivement les éléments suivants : la canalisation 9, le filtre déshuileur 6, la canalisation 10, le sécheur 11, la canalisation 12, le filtre à particules 13, la canalisation 15, le catalyseur 14, la canalisation 17, le filtre à charbon actif 16, et la canalisation 20.

[0059] Dans cette canalisation 20, l'air circulant à l'intérieur est sec et traité, et est acheminé vers les moyens de réhumidification 4 à l'aide de la canalisation 19, raccordée à la canalisation d'entrée 18.

[0060] Lorsque l'air sec traité arrive au point P, il se répartit d'une part dans la canalisation principale d'air sec 28, et d'autre part dans la canalisation de dérivation d'air sec 32. La présence de moyens de répartition, constitués dans le mode de réalisation décrit par la vanne régulatrice 38, permet de totalement contrôler le rapport entre la quantité d'air traité passant par la canalisation principale d'air sec 28, et la quantité d'air traité circulant dans la canalisation de dérivation d'air sec 32.

[0061] L'air circulant dans la canalisation principale d'air sec 28 ne subit aucun traitement spécifique, et est uniquement conduit jusqu'au point Q où il se mélange avec l'air traité provenant de la voie de réhumidification 24. En revanche, l'air circulant dans la canalisation de dérivation d'air sec 32 transite par le réservoir d'eau 34 où il se charge en humidité jusqu'à saturation, puis rejoint le point Q par l'intermédiaire de la canalisation d'air saturé en humidité 36. Notons que le clapet anti-retour 40 est prévu pour que l'air sec provenant de la canalisation principale d'air sec 28 ne pénètre pas à l'intérieur du réservoir d'eau 34.

[0062] Ainsi, la canalisation de sortie 26 contient un mélange d'air sec et d'air saturé en humidité, ce mélan-

ge étant adapté pour obtenir un taux d'humidité prédéterminé de l'air produit par l'installation 1. En effet, pour obtenir les proportions désirées d'air sec et d'air saturé en humidité conduisant au taux d'humidité prédéterminé, la sonde 42 contrôle en permanence, par l'intermédiaire des moyens de pilotage 48, l'ouverture de la vanne régulatrice 38, et autorise par conséquent le passage d'une quantité limitée et variable d'air sec provenant de la canalisation d'entrée 18. De ce fait, plus le taux d'humidité souhaité est élevé, plus l'ouverture commandée de la vanne régulatrice 38 est importante. Notons également que la sonde 42 permet aussi de contrôler la température de l'air délivré.

[0063] Précisons que la régulation permanente de la vanne 38 trouve également un intérêt lorsque le débit d'air de l'installation 1 varie, ce cas étant notamment rencontré lorsque le nombre d'opérateurs respirant l'air produit par l'installation 1 augmente ou diminue. Dans une telle situation, un changement du débit d'air à l'intérieur de l'installation 1 peut provoquer un changement de la répartition de l'air sec traité entre les canalisations 28 et 32, ceci pouvant avoir pour conséquence de modifier le taux d'humidité de l'air produit circulant dans la canalisation de sortie 26. Cependant, la sonde 42 mesurant de façon constante le taux d'humidité en sortie de l'installation 1, elle permet donc de réajuster en temps réel l'ouverture de la vanne régulatrice 38, de sorte que l'air produit puisse conserver le même taux d'humidité que celui de l'air produit lorsque le nombre de combinaisons ventilées raccordées à l'installation 1 est différent.

[0064] Avec une telle installation 1, on est donc en mesure d'obtenir un air traité dont le taux d'humidité est constant, quel que soit le débit de l'installation 1, ce taux d'humidité de l'air étant de préférence compris entre 40 et 50%.

[0065] Le clapet anti-retour 30 avec perte de charge connue a essentiellement pour rôle de créer une différence de pression entre la canalisation principale d'air sec 28, et la canalisation d'air saturé en humidité 36. Une telle différence de pression permet de privilégier le passage de l'air sec provenant de la canalisation principale d'air sec 28, dans la canalisation de sortie 26. En réalisant cet agencement particulier, on évite ainsi que seul l'air provenant de la canalisation d'air saturé en humidité 36 rejoigne la canalisation de sortie 26, ceci pouvant avoir pour effet de mouiller trop fortement la sonde 42, et de la rendre alors inopérante.

[0066] L'air traité et réhumidifié circulant à l'intérieur de la canalisation de sortie 26 peut donc sortir de l'installation 1 (flèche B) avec un taux d'humidité contrôlé, et être redistribué vers les combinaisons ventilées des opérateurs.

[0067] Selon un mode de réalisation préféré de l'invention, l'installation 1 comprend des moyens d'analyse 44 des quantités de CO et de CO₂ contenues dans l'air sortant des moyens de traitement 2. Les moyens d'analyse 44 communiquent avec les moyens de traitement

2 par l'intermédiaire d'une canalisation 46, directement raccordée à la canalisation de sortie 20 des moyens de traitement 2.

[0068] Les moyens d'analyse 44 vérifient en permanence que les quantités de CO et de CO₂ dans l'air traité ne dépassent pas des valeurs maximales, de préférence constituées par les valeurs indiquées dans la norme européenne mentionnée précédemment.

[0069] Dans le cas où un dépassement d'au moins l'une des valeurs maximales est détecté par les moyens d'analyse 44, les moyens de pilotage 48 sont susceptibles de commander une ou plusieurs actions informant du dysfonctionnement décelé.

[0070] A titre d'exemple, les moyens de pilotage 48 peuvent alors commander le déclenchement d'une alarme sonore et/ou visuelle pouvant se situer sur le lieu d'intervention des opérateurs, un arrêt de la production d'air de l'installation 1, ou encore un changement de source d'air comprimé, en basculant par exemple sur un compresseur de secours.

[0071] De plus, notons que les moyens de pilotage 48 comprennent de préférence un onduleur embarqué (non représenté) permettant de réaliser au moins l'une des commandes citées ci-dessus, lors d'une baisse de la tension d'alimentation de l'installation 1.

[0072] Pour sécuriser encore davantage l'installation 1, on peut prévoir une réserve d'air traité 50, de préférence de capacité d'environ 1000 litres, alimentée en air traité au moyen d'une canalisation 52 communiquant avec la canalisation 19 de l'installation 1.

[0073] La réserve d'air 50 communique avec la canalisation de sortie 26, de préférence entre le point Q et la sonde 42, à l'aide d'une canalisation 54 sur laquelle est montée une électrovanne 56, maintenue fermée lors d'un fonctionnement normal de l'installation 1.

[0074] En revanche, lorsque les moyens d'analyse 44 détectent un dysfonctionnement de l'installation 1, ils sont également en mesure de commander la fermeture d'une électrovanne 58 montée sur la canalisation d'entrée 18, et donc de couper l'arrivée de l'air provenant des moyens de traitement 2. De plus, en commandant l'ouverture de l'électrovanne 56, les moyens de pilotage 48 autorisent le passage de l'air stocké dans la réserve 50 à travers la canalisation 54, en direction de la canalisation 26 entre le point Q et la sonde 42. Le basculement vers la réserve d'air traité 50 permet alors aux opérateurs en activité de disposer d'une quantité d'air suffisante dans leurs combinaisons ventilées, afin de quitter le site de travail en toute sécurité.

[0075] Sur la réserve d'air 50, on peut également prévoir une alarme supplémentaire du type alarme pneumatique 58 alimentée par la réserve d'air 50, cette alarme 58 étant particulièrement intéressante dans la mesure où elle est susceptible de fonctionner même lors d'une rupture de l'alimentation électrique et d'une défaillance de l'onduleur.

[0076] L'invention se rapporte également à un procédé de production d'air respirable apte à être mis en

oeuvre par une installation 1 telle que celle qui vient d'être décrite.

[0077] Le procédé comprend successivement les étapes de traitement d'air comprimé et de réhumidification de l'air sec traité. Dans l'étape de réhumidification de l'air sec traité, on contrôle la répartition de l'air sec traité entre une voie sèche 22 et une voie de réhumidification 24, afin d'obtenir un mélange d'air traité à un taux d'humidité prédéterminé.

[0078] Bien entendu, diverses modifications peuvent être apportées par l'homme du métier à l'installation 1 de production d'air et au procédé qui viennent d'être décrits, uniquement à titre d'exemples non limitatifs.

Revendications

1. Procédé de production d'air respirable comprenant les étapes suivantes :

- traitement d'air comprimé comportant une opération de séchage de l'air ;
- réhumidification de l'air sec traité ;

caractérisé en ce que l'étape de réhumidification de l'air sec traité comporte une opération de répartition contrôlée de l'air sec traité d'une part dans une voie de réhumidification (24), et d'autre part dans une voie sèche (22).

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'on** contrôle la répartition d'air sec traité par l'intermédiaire d'une vanne régulatrice (38) montée sur la voie de réhumidification (24) et commandée par des moyens de pilotage (48) sensibles au signal délivré par une sonde (42) de mesure du taux d'humidité, ladite sonde (42) étant montée sur une canalisation de sortie (26), raccordée d'une part à la voie de réhumidification (24), et d'autre part à la voie sèche (22).

3. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** l'on crée une différence de pression entre la voie de réhumidification (24) et la voie sèche (22), afin de favoriser le passage de l'air sec traité provenant de la voie sèche (22), dans la canalisation de sortie (26).

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'étape de traitement d'air comprimé comporte les opérations suivantes :

- filtrage de condensats se trouvant dans l'air comprimé ;
- séchage de l'air afin d'éliminer toute trace d'humidité dans l'air ;
- filtrage de poussières dégagées lors de l'opé-

- ration de séchage ;
- transformation du monoxyde de carbone contenu dans l'air comprimé en dioxyde de carbone ;
 - filtrage de l'air à l'aide d'un filtre à charbon actif (16). 5
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'étape de traitement de l'air comprimé est suivie d'une étape d'analyse permanente de quantités de monoxyde de carbone et de dioxyde de carbone présentes dans l'air traité, puis d'une étape d'alerte lorsque les valeurs de ces quantités dépassent des valeurs maximales à respecter. 10 15
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**après l'étape de réhumidification de l'air sec traité, l'air a un taux d'humidité compris entre environ 40 et 50%. 20
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'air traité réhumidifié est prévu pour alimenter au moins une combinaison ventilée d'un opérateur effectuant des travaux de démantèlement d'installations nucléaires. 25
8. Installation (1) de production d'air respirable comprenant : 30
- des moyens de traitement (2) d'air comprimé comportant des moyens de séchage de l'air (11);
 - des moyens de réhumidification (4) de l'air sec traité ; 35
- caractérisée en ce que** les moyens de réhumidification (4) de l'air sec traité, comportent une voie de réhumidification (24) et une voie sèche (22), ainsi que des moyens de répartition (38) aptes à répartir de manière contrôlée l'air sec traité dans chacune desdites voies (22,24). 40
9. Installation (1) selon la revendication 8, **caractérisée en ce que** les moyens de réhumidification (4) de l'air sec traité comportent également : 45
- une canalisation d'entrée (18) contenant de l'air sec traité raccordée d'une part à une canalisation principale d'air sec (28) constituant la voie sèche (22), et d'autre part à une canalisation de dérivation d'air sec (32) appartenant à la voie de réhumidification (24) ; 50
 - une canalisation de sortie (26) raccordée d'une part à une canalisation d'air saturé en humidité (36) appartenant à la voie de réhumidification (24), et d'autre part à ladite canalisation princi- 55
- pale d'air sec (28) ;
- un réservoir d'eau (34) appartenant à la voie de réhumidification (24), communiquant d'une part avec ladite canalisation de dérivation d'air sec (32), et d'autre part avec ladite canalisation d'air saturé en humidité (36).
10. Installation (1) selon la revendication 9, **caractérisée en ce que** les moyens de répartition de l'air sec traité sont constitués d'une vanne régulatrice (38) montée sur ladite canalisation de dérivation d'air sec (32), ladite vanne de régulation étant commandée par des moyens de pilotage (48), sensibles au signal délivré par une sonde (42) de mesure du taux d'humidité, montée sur ladite canalisation de sortie (26).
11. Installation (1) selon la revendication 9 ou la revendication 10, **caractérisée en ce que** les moyens de réhumidification (4) de l'air sec traité comportent de plus un clapet anti-retour (30) à perte de charge connue, monté sur ladite canalisation principale d'air sec (28).
12. Installation (1) selon la revendication 11, **caractérisée en ce que** le clapet anti-retour (30) à perte de charge connue engendre une baisse de pression dans la canalisation principale d'air sec (28) d'environ 300 mbar.
13. Installation (1) selon l'une quelconque des revendications 9 à 12, **caractérisée en ce que** les moyens de réhumidification (4) de l'air sec traité comportent de plus un clapet anti-retour (40) monté sur ladite canalisation d'air saturé en humidité (36).
14. Installation (1) selon l'une quelconque des revendications 8 à 13, **caractérisée en ce que** les moyens de traitement (2) d'air comprimé comportent :
- un filtre déshuileur (6) à 0,01 ppm ;
 - un sécheur par adsorption (11) avec un point de rosée à -73°C ;
 - un filtre (13) à particules 1 micron ;
 - un catalyseur (14) apte à transformer le monoxyde de carbone en dioxyde de carbone ;
 - un filtre (16) à charbon actif.
15. Installation (1) selon l'une quelconque des revendications 8 à 14, **caractérisée en ce qu'**elle comporte de plus, en sortie des moyens de traitement (2) de l'air comprimé, des moyens d'analyse (44) aptes à contrôler de manière permanente les quantités de monoxyde de carbone et de dioxyde de carbone présentes dans l'air traité.
16. Installation (1) selon la revendication 15, **caractérisée en ce que** les moyens d'analyse (44) commu-

niquent avec les moyens de pilotage (48) aptes à commander un déclenchement d'une alarme sonore et/ou visuelle, et/ou un basculement vers une réserve d'air traité (50), et/ou un changement de source d'air comprimé.

17. Installation (1) selon l'une quelconque des revendications 8 à 16, **caractérisée en ce qu'elle** est apte délivrer de l'air respirable à un taux de humidité compris entre environ 40 et 50%.

18. Installation selon l'une quelconque des revendications 8 à 17, **caractérisée en ce qu'elle** est reliée à au moins une combinaison ventilée d'un opérateur effectuant des travaux de démantèlement d'installations nucléaires.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Produktion von Atemluft, die folgenden Schritte umfassend:

- Behandlung von Druckluft, eine Lufttrocknungsoperation umfassend;
- Wiederbefeuchtung der behandelten trockenen Luft;

dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt zur Wiederbefeuchtung der behandelten trockenen Luft eine kontrollierte Operation zur Verteilung der behandelten trockenen Luft auf einerseits einen Wiederbefeuchtungskanal (24) und andererseits einen Trockenkanal (22) umfasst.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** man die Verteilung der behandelten trockenen Luft mit einem Stellventil (38) kontrolliert, eingebaut in den Wiederbefeuchtungskanal (24) und gesteuert durch Steuereinrichtungen (48), die auf das Signal einer Messsonde (42) des Feuchtigkeitsgrads ansprechen, wobei die genannte Sonde (42) in eine Ausgangsleitung (26) eingebaut ist, die einerseits mit dem Wiederbefeuchtungskanal (24) und andererseits mit dem Trockenkanal (22) verbunden ist.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** man eine Druckdifferenz zwischen dem Wiederbefeuchtungskanal (24) und dem Trockenkanal (22) herstellt, um die Passage der aus dem Trockenkanal (22) kommenden behandelten trockenen Luft in die Ausgangsleitung (26) zu begünstigen.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druckluftbehandlungsschritt die folgenden Operationen

umfasst:

- Filterung des in der Druckluft befindlichen Kondensats;
- Trocknung der Luft, um alle Feuchtigkeitsspuren in der Luft zu eliminieren;
- Filterung von während der Trocknungsoperation freigesetzten Stäuben;
- Umwandlung des in der Druckluft enthaltenen Kohlenstoffmonoxid in Kohlenstoffdioxid;
- Filterung der Luft mit Hilfe eines Aktivkohlefilters.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf den Druckluftbehandlungsschritt ein Schritt zur permanenten Analyse der in der behandelten Luft vorhandenen Kohlenstoffmonoxid- und Kohlenstoffdioxidmengen folgt, und dann eine Alarmschritt, wenn die Werte dieser Mengen einzuhaltende Höchstwerte überschreiten.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die behandelte trockene Luft nach dem Wiederbefeuchtungsschritt einen Feuchtigkeitsgehalt zwischen ungefähr 40 und 50 % aufweist.

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wiederbefeuchtete behandelte Luft dazu vorgesehen ist, wenigstens eine belüftete Kombination eines Operators zu versorgen, der Arbeiten zur Abtragung von Kernkraftwerksanlagen durchführt.

8. Vorrichtung (1) zur Produktion von Atemluft, umfassend:

- Druckluftbehandlungseinrichtungen (2), die Lufttrocknungseinrichtungen (11) umfassen;
- Wiederbefeuchtungseinrichtungen (4) der behandelten trockenen Luft;

dadurch gekennzeichnet, dass die Wiederbefeuchtungseinrichtungen (4) einen Wiederbefeuchtungskanal (24) und einen Trockenkanal (22) sowie Verteilungseinrichtungen (38) umfassen, fähig die behandelte trockene Luft auf die beiden Kanäle (22, 24) zu verteilen.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wiederbefeuchtungseinrichtungen (4) der behandelten trockenen Luft zudem umfassen:

- eine Eingangsleitung (18) für behandelte trockene Luft, die einerseits mit einer den Trockenkanal (22) bildenden Trockenluft-Hauptleitung

- (28) und andererseits mit einer zu dem Wiederbefeuchtungskanal (24) gehörenden Trockenluft-Abzweigungsleitung (32) verbunden ist;
- eine Ausgangsleitung (26) für behandelte trockene Luft, die einerseits mit einer feuchtigkeitsgesättigte Luft leitenden und zu dem Wiederbefeuchtungskanal (24) gehörenden Leitung (36) und andererseits mit der genannten Trockenluft-Hauptleitung (28) verbunden ist;
 - einen zu dem Wiederbefeuchtungskanal (24) gehörenden Wassertank (34), der einerseits mit der genannten Trockenluft-Abzweigungsleitung (32) und andererseits mit der genannten, feuchtigkeitsgesättigte Luft leitenden Leitung (36) verbunden ist.
10. Vorrichtung (1) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verteilungseinrichtungen der behandelten trockenen Luft durch ein in die genannte Trockenluft-Abzweigungsleitung (32) eingebautes Stellventil (38) gebildet werden, wobei das genannte Stellventil durch Steuereinrichtungen (48) gesteuert werden, die auf ein Signal ansprechen, das geliefert wird durch eine in die genannte Ausgangsleitung (26) eingebaute Messsonde (42) des Feuchtigkeitsgrads.
11. Vorrichtung (1) nach Anspruch 9 oder Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wiederbefeuchtungseinrichtungen (4) der behandelten trockenen Luft zudem ein Rückschlagventil (30) mit bekanntem Druckverlust umfassen, eingebaut in die genannte Trockenluft-Hauptleitung (28).
12. Vorrichtung (1) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rückschlagventil (30) mit bekanntem Druckverlust in der Trockenluft-Hauptleitung (28) einen Druckabfall von ungefähr 300 mbar verursacht.
13. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wiederbefeuchtungseinrichtungen (4) der behandelten trockenen Luft zudem ein Rückschlagventil (40) umfasst, eingebaut in die genannte, feuchtigkeitsgesättigte Luft leitende Leitung (36).
14. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 8 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckluftbehandlungseinrichtungen (2) umfassen:
- einen 0,01ppm-Entölfiler (6);
 - einen Adsorptionstrockner (11) mit einem Taupunkt bei -73 °C;
 - einen 1µ-Partikel-Filter (13);
 - einen Katalysator (14), fähig das Kohlenstoffmonoxid umzuwandeln in Kohlenstoffdioxid;
 - einen Aktivkohlefilter.
15. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 8 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie zudem am Ausgang der Druckluftbehandlungseinrichtungen (2) Analyseeinrichtungen (44) umfasst, fähig zur permanenten Kontrolle der in der behandelten Luft vorhandenen Kohlenstoffmonoxid- und Kohlenstoffdioxidmengen.
16. Vorrichtung nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Analyseeinrichtungen (44) mit den Steuereinrichtungen (48) kommunizieren, die fähig sind, einen akustischen und/oder visuellen Alarm und/oder ein Umschalten auf eine Reserve von behandelter Luft (50) und/oder eine andere Druckluftquelle auszulösen.
17. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 8 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie fähig ist, Atemluft mit einem Feuchtigkeitsgehalt zwischen 40 und 50 % zu liefern.
18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie mit wenigstens einer belüfteten Kombination eines Operators verbunden ist, der Arbeiten zur Abtragung von Kraftwerksanlagen durchführt.

Claims

1. A process for production of respirable air comprising the following stages:
 - treatment of compressed air comprising an operation for drying the air;
 - rehumidification of the treated dry air,**characterised in that** the rehumidification stage of the treated dry air comprises an operation for controlled distribution of the treated dry air on the one hand in a rehumidification line (24), and on the other hand in a dry line (22).
2. The process as claimed in Claim 1, **characterised in that** the distribution of treated dry air is controlled by means of a regulating valve (38) mounted on the rehumidification line (24) and controlled by pilot means (48) sensitive to the signal emitted by a probe (42) measuring the rate of humidity, said probe (42) being mounted on an outlet pipe (26), attached at one end to the rehumidification line (24), and at the other end to the dry line (22).
3. The process as claimed in Claim 2, **characterised in that** a difference in pressure is created between the rehumidification line (24) and the dry line (22), so as to favour the passing of treat-

ed dry air coming from the dry line (22), in the outlet pipe (26).

4. The process as claimed in any one of the preceding claims, **characterised in that** the processing stage of compressed air comprises the following operations:

- filtering of condensates in the compressed air;
- drying the air so as to eliminate any trace of humidity in the air;
- filtering dust dislodged during the drying operation;
- transformation of carbon monoxide contained in the compressed air to carbon dioxide;
- filtering the air by means of an active carbon filter (16).

5. The process as claimed in any one of the preceding claims, **characterised in that** the processing stage of the compressed air is followed by a permanent analysis stage of quantities of carbon monoxide and carbon dioxide present in the treated air, then by an alert stage when the values of these quantities exceed maximum values to be respected.

6. The process as claimed in any one of the preceding claims, **characterised in that** after the rehumidification stage of the treated dry air the air has a rate of humidity of between approximately 40 and 50%.

7. The process as claimed in any one of the preceding claims, **characterised in that** the rehumidified treated air is provided to supply at least one ventilated suit of an operator carrying out dismantling work on nuclear installations.

8. An installation (1) for production of respirable air comprising:

- processing means (2) for compressed air comprising means for drying the air (11);
- rehumidification means (4) of treated dry air;

characterised in that the rehumidification means (4) of the treated dry air comprise a rehumidification line (24) and a dry line (22), as well as distribution means (38) for controlled distribution of the treated dry air in each of said lines (22, 24).

9. An installation (1) as claimed in Claim 8, **characterised in that** the rehumidification means (4) of the treated dry air also comprise:

- an inlet pipe (18) containing treated dry air attached at one end to a main pipe of dry air (28) constituting the dry line (22), and at the other end to a pipe for derivation of dry air (32) be-

longing to the rehumidification line (24);

- an outlet pipe (26) attached at one end to a pipe of air saturated in humidity (36) belonging to the rehumidification line (24), and at the other end to said main dry air pipe (28)
- a water tank (34) belonging to the rehumidification line (24), communicating at one end with said pipe for derivation of dry air (32), and at the other end with said pipe of air saturated in humidity (36).

10. The installation (1) as claimed in Claim 9, **characterised in that** the means for distributing the treated dry air are made up of a regulating valve (38) mounted on said pipe for derivation of dry air (32), said regulating valve being controlled by pilot means (48), sensitive to the signal emitted by a probe (42) measuring the rate of humidity, mounted on said outlet pipe (26).

11. The installation (1) as claimed in Claim 9 or the Claim 10, **characterised in that** the rehumidification means (4) of the treated dry air further comprise an anti-return valve (30) with known loss of load, mounted on said main dry air pipe (28).

12. The installation (1) as claimed in Claim 11, **characterised in that** the anti-return valve (30) with known load loss causes a drop in pressure in the main dry air pipe (28) of around 300 mbar.

13. The installation (1) as claimed in any one of Claims 9 to 12, **characterised in that** the rehumidification means (4) of the treated dry air further comprise an anti-return valve (40) mounted on said pipe of air saturated in humidity (36).

14. The installation (1) as claimed in any one of Claims 8 to 13, **characterised in that** the processing means (2) for compressed air comprise:

- an oil separator filter (6) at 0.01 ppm;
- an adsorption dryer (11) with a dew point of -73°C;
- a 1-micron particle filter (13);
- a catalyst (14) for transforming carbon monoxide into carbon dioxide;
- an active carbon filter (16).

15. The installation (1) as claimed in any one of Claims 8 to 14, **characterised in that** it further comprises, at the outlet processing means (2) for compressed air, analysis means (44) for permanently controlling the quantities of carbon monoxide and carbon dioxide present in the treated air.

16. The installation (1) as claimed in Claim 15, **characterised in that** the analysis means (44)

communicate with the pilot means (48) for controlling triggering a sound and/or visual alarm, and/or deflection to a reserve of treated air (50), and/or a change in the source of compressed air.

5

17. The installation (1) as claimed in any one of Claims 8 to 16, **characterised in that** it is capable of supplying respirable air at a rate of humidity of between approximately 40 and 50%.

10

18. The installation as claimed in any one of Claims 8 to 17, **characterised in that** it is attached to at least one ventilated suit of an operator carrying out dismantling work on nuclear installations.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

